

明 細 書

ホログラフィックメモリー再生装置、ホログラフィック記録再生装置、ホログラフィック記録再生方法及びホログラフィック記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、記録媒体に情報をホログラフィック記録し、且つ、再生するためのホログラフィック記録再生装置、記録されたホログラムから情報を再生するホログラフィックメモリー再生装置、ホログラフィック記録再生方法及びホログラフィック記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 記録容量が大きく、且つ情報の高速転送を可能とする記録技術として、ホログラフィック記録再生方法が提案されている。

[0003] このホログラフィック記録再生には、通常、波長安定性及び可干渉性(コヒーレンシー)を維持するためにガスレーザや固体レーザが光源として用いられているが、これらの光源は装置が大きく、且つ製造コストが高くなるという問題点がある。

[0004] これに対して、半導体レーザを光源とすれば、装置の小型化及び製造コストの低減が可能となるが、半導体レーザは、前記ガスレーザや固体レーザと比較して、波長安定性とコヒーレンシーが劣るという問題点がある。

[0005] 一般に、ホログラフィック記録媒体は、その記録密度を高めるために、ホログラムが形成される記録層は数十 μ m以上、好ましくは100 μ m以上の厚みを持つ。

[0006] このような厚いホログラムは、再生用レーザ光の角度選択性及び波長選択性を持ち、参照光が記録条件の角度及び波長で入射された場合にのみ情報の再生が可能である。

[0007] 一般的には、この参照光の角度条件などを適宜変更することにより、同一体積中に多重化された情報が記録されている。

[0008] ここで、記録されたホログラムに対応した参照光波長と異なる波長のレーザ光により情報を再生しようとする、ホログラムの波長選択性のために、一致した波長のレーザ光で再生した場合と比較して、再生光強度(回折光強度)が弱くなると共に、再生光

に角度的な歪みが生じ、ホログラムに二次元データが記録されている場合は、該二次元データが歪んだ状態で再生されてしまうという問題点がある。

[0009] 又、上記のような再生光強度の低下や歪みは、二次元データを撮像するCCDやCMOS等の素子の設計及び変調パターンによって訂正することは可能であるが、波長のずれが大きいと訂正は困難である。

[0010] このような波長選択性は、ホログラフィック記録媒体の記録層の厚みに比例して強くなるため、記録密度を高くするために記録層を厚くすると、再生光の僅かな波長ずれによって情報の再生が困難となる。

[0011] これに対して、特開2002-216359号公報では、ホログラフィック記録の再生時の記録媒体の熱膨張や収縮によって最適な再生光波長が変化することから、光導波路型波長変換デバイスを含む波長可変半導体レーザを光源として用いて、記録媒体の熱膨張や収縮に対応して再生用レーザ光の波長を変化させるようにしている。

[0012] なお、特開平8-202246号公報では、記録中の半導体レーザの波長安定性を維持するために、温度調節素子とファブリーペローエタロンを用いたホログラム記録装置が提案されている。このホログラム記録装置では、半導体レーザの温度と注入電流を安定化し、記録時のレーザ光の波長を安定させている。

[0013] 上記特開2002-216359号公報記載のホログラフィック光情報記録再生装置では、再生信号光の状態から、波長可変コヒーレント光源である波長可変半導体レーザと光導波路型波長変換デバイスを制御して、再生光の波長を最適なものにしているので、再生装置の立ち上がりから、レーザ光が実際に最適な波長となるまでに時間がかかってしまうという問題点がある。

[0014] 又、波長可変半導体レーザでは高密度化に必要な短波長化が難しいという問題点がある。又、一般的な半導体レーザは、同一設計においても製品個々に発振ピーク波長のばらつきをもち、温度に対しても発振波長が変化するという問題点がある。

[0015] 更に、特開平8-202246号公報記載のホログラム記録装置では、記録再生時の再生用半導体レーザのレーザ光の波長は何ら考慮されていないので、再生装置における半導体レーザが、環境温度が高すぎたり、あるいは低すぎたりして、その発振ピーク波長が、記録時のレーザ光の波長からずれた場合は再生が困難となるという問

題点がある。

発明の開示

- [0016] この発明は上記従来の問題点に鑑みてなされたものであって、再生時における立ち上がりが早く、又、個々の記録媒体に対応して、最適な波長のレーザ光を再生光として利用できるようにしたホログラフィック記録再生装置、ホログラフィック記録再生方法、ホログラフィックメモリー再生装置及びこれらに用いるホログラフィック記録媒体を提供することを目的とする。
- [0017] 本発明者は、鋭意研究の結果、ホログラフィックに予め、記録時のレーザ光の波長情報を波長アドレスホログラムとして記録しておき、この記録に基づき、情報再生時に半導体レーザの温度を制御することにより、最適な波長の再生用レーザ光を利用できることが分かった。
- [0018] 即ち、以上の本発明により上記目的を達成することができる。
- [0019] (1)記録用レーザ光の波長情報が波長アドレスホログラムとして記録されているホログラフィック記録媒体に、半導体レーザからの再生用レーザ光を照射して、ホログラフィック記録されている情報を再生するためのホログラフィックメモリー再生装置であって、前記半導体レーザの温度を制御する温度調節装置と、前記再生用レーザ光による前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報の再生の前に、前記再生用レーザ光により前記波長アドレスホログラムから再生された波長情報に基づいて、前記再生用レーザ光の波長が前記記録用レーザ光の波長に略一致するように、前記温度調節装置を介して前記半導体レーザの温度を調節して、波長を制御する波長制御装置と、を有してなるホログラフィックメモリー再生装置。
- [0020] (2)前記波長制御装置は、前記再生用レーザ光の照射時の、前記波長アドレスホログラムからの回折された信号光の強度が一定値に達するように、又は、信号光の検出位置が所定位置となるように、前記温度調節装置をフィードバック制御するようにされたことを特徴とする(1)のホログラフィックメモリー再生装置。
- [0021] (3)前記波長制御装置は、前記半導体レーザの温度に対応する発振ピーク波長の情報を有し、前記記録用レーザ光の波長と一致する発振ピーク波長となるように、前記半導体レーザの温度を制御するようにされたことを特徴とする(1)又は(2)のホログ

ラフフィックメモリー再生装置。

- [0022] (4)記録用レーザ光を用いてホログラフィック記録媒体に情報をホログラフィック記録すると共に、再生用レーザ光を用いて前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報を再生するホログラフィック記録再生装置であって、前記記録用レーザ光及び再生用レーザ光を発生する半導体レーザと、この半導体レーザの温度調節が可能な温度調節装置と、前記記録用レーザ光による前記ホログラフィック記録媒体への情報の記録の際に、該記録用レーザ光の波長情報を、波長アドレスホログラムとして、該ホログラフィック記録媒体に記録する波長情報記録装置と、前記再生用レーザ光による前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報の再生の際に、該再生用レーザ光により前記波長アドレスホログラムから回折された信号光に基づいて、前記再生用レーザ光の波長が前記記録用レーザ光の波長に略一致するように、前記温度調節装置を介して前記半導体レーザの温度を調節して、波長を制御する波長制御装置と、を有してなるホログラフィック記録再生装置。
- [0023] (5)前記波長制御装置は、前記再生用レーザ光の照射時の、前記波長アドレスホログラムにより回折された信号光の強度が一定値に達するように、又は、信号光の検出位置が所定位置となるように、前記温度調節装置をフィードバック制御する回路を有することを特徴とする(4)のホログラフィック記録再生装置。
- [0024] (6)前記波長制御装置は、前記半導体レーザの温度に対応する発振ピーク波長の情報を有し、前記記録用レーザ光の波長と一致する発振ピーク波長となるように、前記半導体レーザの温度を制御するようにされたことを特徴とする(4)又は(5)のホログラフィック記録再生装置。
- [0025] (7)記録用レーザ光を用いてホログラフィック記録媒体に情報をホログラフィック記録すると共に、再生用レーザ光を用いて前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報を再生するホログラフィック記録再生方法であって、前記記録用レーザ光により、前記ホログラフィック記録媒体に情報を記録する際に、該記録用レーザ光の波長情報を前記ホログラフィック記録媒体に、波長アドレスホログラムとして記録する過程と、前記再生用レーザ光により、前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報を再生する前に、前記波長アドレスホログラムを照射して、回折された信号光から前記波長

情報を再生する過程と、この再生された波長情報に基づき、前記再生用レーザ光を出射する半導体レーザの温度を、該再生用レーザ光の波長が、前記波長情報による波長と略一致するように調節する過程と、を含むホログラフィック記録再生方法。

[0026] (8)前記再生用レーザ光の照射時の、前記波長アドレスホログラムから回折された信号光の強度が一定値に達するように、又は、信号光の検出位置が所定位置となるように制御することを特徴とする(7)のホログラフィック記録再生方法。

[0027] (9)情報がホログラムとしてデータエリアに記録されていて、且つ、情報記録時の記録用レーザ光の波長情報が波長アドレスホログラムとして記録されていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

[0028] (10)前記波長アドレスホログラムは、前記情報の再生時に、前記データエリアよりも先にアクセスされるリードインエリアに記録されていることを特徴とする(9)のホログラフィック記録媒体。

[0029] なお、半導体レーザは、温度上昇によりエネルギーギャップの低下、屈折率変化、共振器長の膨張を引き起こし、発振波長が長波長側にシフトする。このシフト量は、半導体レーザの材料や構造によるが、 $0.05\sim 0.3\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ になる。例えば、GaAlAs半導体レーザでは、 30°C の温度調整により、約 7nm もの波長制御が可能となる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本発明の実施例1に係るホログラフィックメモリー再生装置を示す光学系統図

[図2]同ホログラフィックメモリー再生装置によって再生する情報が記録されたホログラフィック記録媒体を模式的に示す平面図

[図3]本発明の実施例2に係るホログラフィック記録再生装置を示す光学系統図

発明を実施するための最良の形態

[0031] ホログラフィック記録媒体に、ホログラム記録時のレーザ光の波長情報を、波長アドレスホログラムとして予め記録しておき、又、再生用半導体レーザには、その温度を制御するための温度調節装置を設け、ホログラフィック記録媒体の情報を再生する際には、波長制御装置により温度調節装置を介して半導体レーザの温度を増減してその発振ピーク波長を変化させつつ波長アドレスホログラム部分を照射し、該波長アドレスホログラムからの信号光(回折光)が所定の強度若しくは検出位置に達するまで

半導体レーザの温度のフィードバック制御をすることによって、最適の再生光の波長を得て上記目的を達成することができる。

実施例 1

[0032] 以下本発明の実施例1について図面を参照して詳細に説明する。

[0033] 図1に示されるように、この実施例1に係るホログラフィックメモリー再生装置10は、再生用レーザ光を発振する半導体レーザ12と、この半導体レーザ12から出射された再生用レーザ光のビーム径を拡大するためのビームエキスパンダ14と、このビームエキスパンダ14によってビーム径が拡大された再生用レーザ光をホログラフィック記録媒体16に導くレンズ18と、前記レンズ18を介して照射された再生用レーザ光がホログラフィック記録媒体16で回折される信号光をレンズ20を介して受光する空間撮像素子22と、この空間撮像素子22が検出した信号が入力される波長制御装置24と、前記半導体レーザ12に取り付けられ、前記波長制御装置24からの制御信号に基づいて半導体レーザ12の温度を調節する温度調節装置26とを備えて構成されている。この温度調節装置26は、例えばペルチェ素子単独、あるいは熱電対とヒータとの組合せ、ペルチェ素子と他の素子との組合せ等からなり、半導体レーザ12の温度を一定範囲で制御することができるようにされている。

[0034] 又、前記ホログラフィック記録媒体16には、このホログラフィックメモリー再生装置10によって再生時に最初にアクセスされる箇所に、波長アドレスホログラム28が記録されている。

[0035] 例えば、図2に示されるように、ホログラフィック記録媒体16がディスク状の場合、その内周部のリードインエリア16Aに、波長アドレスホログラム28が記録されている。

[0036] この波長アドレスホログラム28は、ホログラフィック記録媒体16にホログラム記録を行なった時の参照光の波長情報が、検出位置の決まった二次元信号パターンとして記録されている。波長アドレスホログラム28の記録には、空間光変調器(図示省略)で特定パターンの変調を作製し、この特定パターンをリードインエリア16Aに照射して行う。図2の符号16Bはデータエリア、16Cはクランピングエリア、16Dは中心孔をそれぞれ示す。

[0037] 又、波長アドレスホログラム28はリードインエリア16Aの他に、再生中に逐次読み出

しができるように、データエリア16Bに記録してもよく、二次元データ情報では二次元データの一部に波長アドレスホログラム28を含ませる形としてもよい。

- [0038] なお、波長アドレスホログラム28は、基板に凹凸パターンのレリーフ型ホログラムとして記録することができるが、体積位相型ホログラムとしてホログラフィック記録媒体16の記録層中に、データと類似した形態で記録しておくこともできる。この場合、再生時における再生用レーザ光と同一の光路、検出器を用いることができるのでより好ましい。
- [0039] 次に、上記ホログラフィックメモリー再生装置10により、ホログラフィック記録媒体16に記録された情報を再生する過程について説明する。
- [0040] このホログラフィックメモリー再生装置10により情報を再生する際には、まず、半導体レーザ12からの再生光はリードインエリア16Aにアクセスする。
- [0041] これにより、波長アドレスホログラム28が照射されるが、この波長アドレスホログラム28の信号パターンは、検出位置が予め決められているので、記録された波長アドレスホログラム30と半導体レーザ12の再生用レーザ光の間で波長ずれがある場合、検出位置が予め決められた位置からずれると共に、空間撮像素子22によって得られる信号強度が小さくなる。ずれが大き過ぎて空間撮像素子22によって得られる信号強度が零の場合については後述する。
- [0042] 前記波長制御装置24は、前記位置ずれからホログラム記録時における記録用レーザ光の波長に対する、再生用のレーザ光の波長のずれを検出し、温度調節装置26により半導体レーザ12の温度制御を行なう。
- [0043] この温度制御を、波長アドレスホログラム28の検出位置が所定の位置となるか、若しくは信号強度が一定値を越えるまで繰り返し、半導体レーザ12からの再生用レーザ光とホログラム記録時のレーザ光の波長を一致させ、そのときの、半導体レーザ12の温度を保つように温度調節装置26を制御する。
- [0044] 更に詳細には、前記空間撮像素子22で検出される信号位置が所定位置からずれ、この位置ずれ量が検出されると、該位置ずれ量から、記録時のレーザ光と再生用レーザ光の波長ずれ量を算出し、この波長ずれ量に応じた温度調節装置26の駆動電流の制御とし、更に、この制御信号により、温度調節装置26の温度を設定する。空間

撮像素子22によって得られる信号強度が零の場合は、いくらかの信号強度が得られるまで駆動電流を増又は減の方向に変化させ、そこから上記の制御をする。

- [0045] なお、前記波長アドレスプログラム28の信号パターンとしては、上記の他に、複数の記録波長により記録された信号を用いることができる。
- [0046] 例えば、記録波長と、記録波長 $-\delta$ nm(−)、記録波長 $+\delta$ nm(+)の3波長に対応する信号パターンを採用し、前記(−)と(+)の記録波長の信号強度差から、半導体レーザ12の波長を検出し、温度調節装置26による半導体レーザ12の温度制御を行なってその発振ピーク波長を変化させる。
- [0047] 前記(−)と(+)の記録波長の信号強度差が無くなり、若しくは記録波長の信号強度が一定値を越えるまで上記操作を繰り返し、再生用レーザ光とホログラム記録時のレーザ光の波長を一致させて、その温度を保つように温度調節装置26を制御すればよい。
- [0048] 又、前記温度調節装置26のフィードバック方法として、波長アドレスプログラム28の再生中に、温度調節装置26によって半導体レーザ12の温度を変化させ、波長アドレスプログラム28の検出位置が所定の位置となる若しくは信号強度が一定値を越えた時点の温度を測定し、この温度を保つように温度調節装置26を制御するようにしてもよい。
- [0049] この場合は、再生時の再生用レーザ光の波長が記録時のレーザ光の波長と大幅にずれて、空間撮像素子22において信号を検出できないような場合に用いることができる。
- [0050] 又、半導体レーザ12の発振ピーク波長の温度に対する関係を、予め波長制御装置24に記憶させておけば、波長ずれ量に対する温度制御が容易に行なうことができる。
- [0051] この実施例1の場合は、ホログラフィック記録媒体16に対する記録用レーザ光と再生用レーザ光の光源を異なるものとすることができる。例えば、記録時のレーザ光はKrイオンレーザ(波長406.7nm)を用いて情報と波長アドレスプログラムとを記録し、再生用レーザ光としては、GaN半導体レーザ(発振ピーク波長405nm)を用いることができる。

[0052] 前記記録用レーザ光の波長を固体レーザやガスレーザで固定としたシステムでは、波長制御装置26に、記録用レーザ光の波長と再生用レーザ光の波長が近づくように初期温度を設定しておくことが好ましい。又、半導体レーザ12の発振ピーク波長のばらつきにそれぞれ対応して、個々に初期温度を設定することがより好ましい。このようにすれば、記録用レーザ光の波長と再生用レーザ光の波長のずれがわずかとなるため、温度制御の温度幅が狭くなり、より再生動作を短くすることができる。

実施例 2

[0053] 次に、図3に示される本発明の実施例2について説明する。

[0054] この実施例2は、同一の装置により、ホログラフィック記録媒体に情報及び波長アドレスプログラムを記録すると共に、記録されたホログラフィック記録媒体の情報を再生するものである。

[0055] この実施例2に係るホログラフィック記録再生装置30は、前記ホログラフィックメモリー再生装置10に、半導体レーザ12からのレーザ光をビームスプリッタ34により分岐して物体光としてホログラフィック記録媒体16に導く物体光学系32を設けたものである。

[0056] 他の構成は、前記ホログラフィックメモリー再生装置10と同一であるので、これと同一の構成には図1と同一の符号を付することにより説明を省略するものとする。

[0057] この物体光学系32は、前記ビームスプリッタ34から分岐されたレーザ光を導く、ミラー36、空間光変調器38、フーリエレンズ40から構成されている。

[0058] この実施例2において、記録時には、前記半導体レーザ12から出射されたレーザ光が分岐され、一方は参照光として、前記ビームエキスパンダ14、レンズ18、を介してホログラフィック記録媒体16に照射され、他方は物体光として、ミラー36で反射された後、空間光変調器38によって、記録すべき情報に応じて空間変調され、フーリエレンズ40を介してホログラフィック記録媒体16に照射される。

[0059] 又、波長アドレスプログラム28は、前記空間光変調器38で作成された特定パターンを、リードインエリア16Aあるいはデータエリア18Bに照射して記録される。

[0060] 記録された情報の再生過程は、前記ホログラフィックメモリー再生装置10による再生過程と同一であるので説明は省略する。

産業上の利用の可能性

- [0061] 本発明は、予め波長アドレスホログラムとして記録されている記録時の記録用レーザ光の波長情報を利用して、再生時の再生用レーザ光の波長を前記波長と一致するようにして、発振ピーク波長にばらつきがある半導体レーザを用いることを可能とし、再生動作を早く立ち上げると共に、個々の記録媒体に対応した最適な波長の再生用レーザ光を利用することができる。

請求の範囲

- [1] 記録用レーザ光の波長情報が波長アドレスホログラムとして記録されているホログラフィック記録媒体に、半導体レーザからの再生用レーザ光を照射して、ホログラフィック記録されている情報を再生するためのホログラフィックメモリー再生装置であって、
前記半導体レーザの温度を制御する温度調節装置と、前記再生用レーザ光による前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報の再生の前に、前記再生用レーザ光により前記波長アドレスホログラムから再生された波長情報に基づいて、前記再生用レーザ光の波長が前記記録用レーザ光の波長に略一致するように、前記温度調節装置を介して前記半導体レーザの温度を調節して、波長を制御する波長制御装置と、
を有してなるホログラフィックメモリー再生装置。
- [2] 請求項1において、
前記波長制御装置は、前記再生用レーザ光の照射時の、前記波長アドレスホログラムからの回折された信号光の強度が一定値に達するように、又は、信号光の検出位置が所定位置となるように、前記温度調節装置をフィードバック制御するようにされたことを特徴とするホログラフィックメモリー再生装置。
- [3] 請求項1又は2において、
前記波長制御装置は、前記半導体レーザの温度に対応する発振ピーク波長の情報を有し、前記記録用レーザ光の波長と一致する発振ピーク波長となるように、前記半導体レーザの温度を制御するようにされたことを特徴とするホログラフィックメモリー再生装置。
- [4] 記録用レーザ光を用いてホログラフィック記録媒体に情報をホログラフィック記録すると共に、再生用レーザ光を用いて前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報を再生するホログラフィック記録再生装置であって、
前記記録用レーザ光及び再生用レーザ光を発生する半導体レーザと、
この半導体レーザの温度調節が可能な温度調節装置と、
前記記録用レーザ光による前記ホログラフィック記録媒体への情報の記録の際に、該記録用レーザ光の波長情報を、波長アドレスホログラムとして、該ホログラフィック

記録媒体に記録する波長情報記録装置と、

前記再生用レーザ光による前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報の再生の際に、該再生用レーザ光により前記波長アドレスホログラムから回折された信号光に基づいて、前記再生用レーザ光の波長が前記記録用レーザ光の波長に略一致するように、前記温度調節装置を介して前記半導体レーザの温度を調節して、波長を制御する波長制御装置と、

を有してなるホログラフィック記録再生装置。

- [5] 請求項4において、前記波長制御装置は、前記再生用レーザ光の照射時の、前記波長アドレスホログラムにより回折された信号光の強度が一定値に達するように、又は、信号光の検出位置が所定位置となるように、前記温度調節装置をフィードバック制御する回路を有することを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

- [6] 請求項4又は5において、

前記波長制御装置は、前記半導体レーザの温度に対応する発振ピーク波長の情報を有し、前記記録用レーザ光の波長と一致する発振ピーク波長となるように、前記半導体レーザの温度を制御するようにされたことを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

- [7] 記録用レーザ光を用いてホログラフィック記録媒体に情報をホログラフィック記録すると共に、再生用レーザ光を用いて前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報を再生するホログラフィック記録再生方法であって、

前記記録用レーザ光により、前記ホログラフィック記録媒体に情報を記録する際に、該記録用レーザ光の波長情報を前記ホログラフィック記録媒体に、波長アドレスホログラムとして記録する過程と、

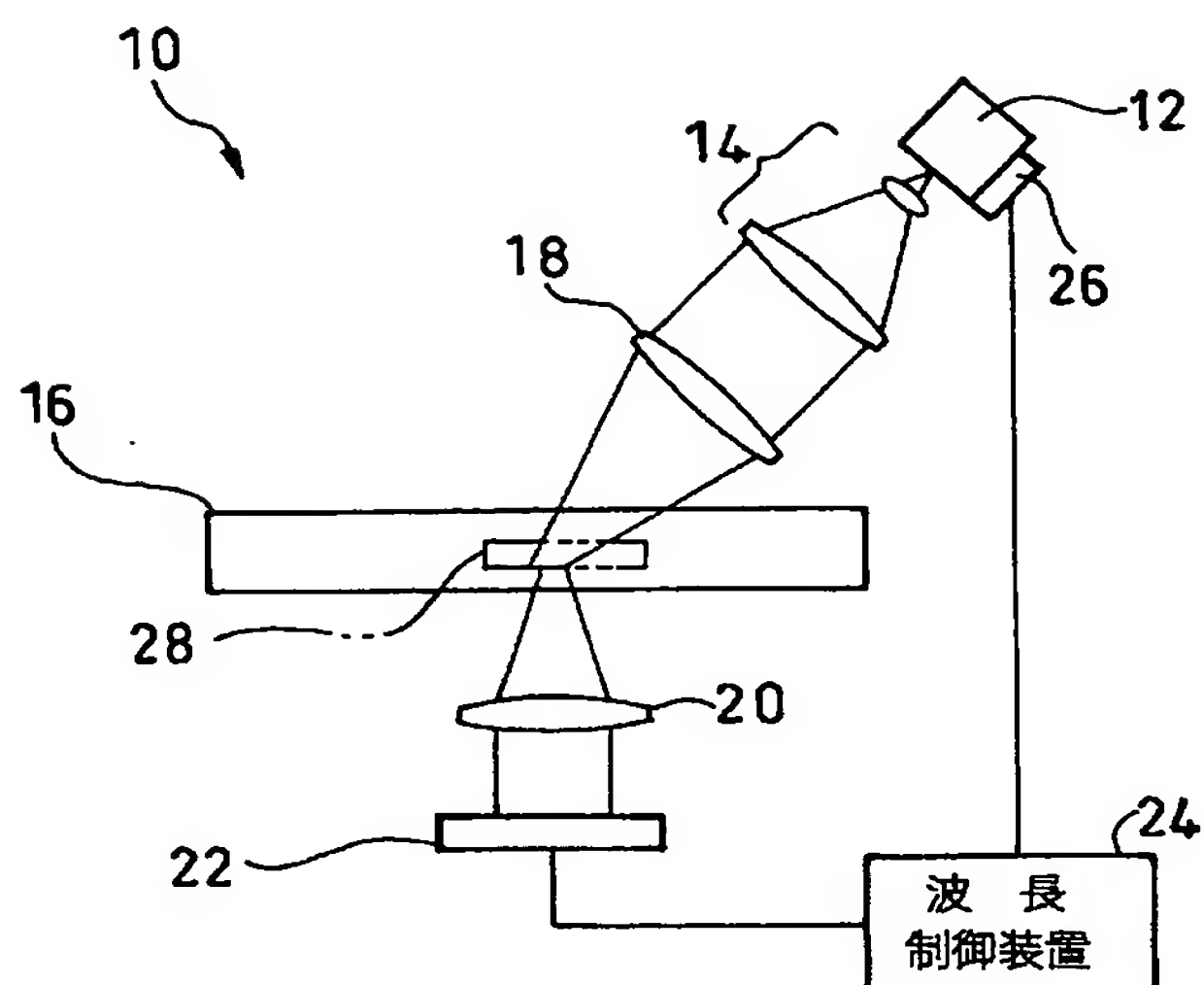
前記再生用レーザ光により、前記ホログラフィック記録媒体に記録された情報を再生する前に、前記波長アドレスホログラムを照射して、回折された信号光から前記波長情報を再生する過程と、

この再生された波長情報に基づき、前記再生用レーザ光を出射する半導体レーザの温度を、該再生用レーザ光の波長が、前記波長情報による波長と略一致するように調節する過程と、

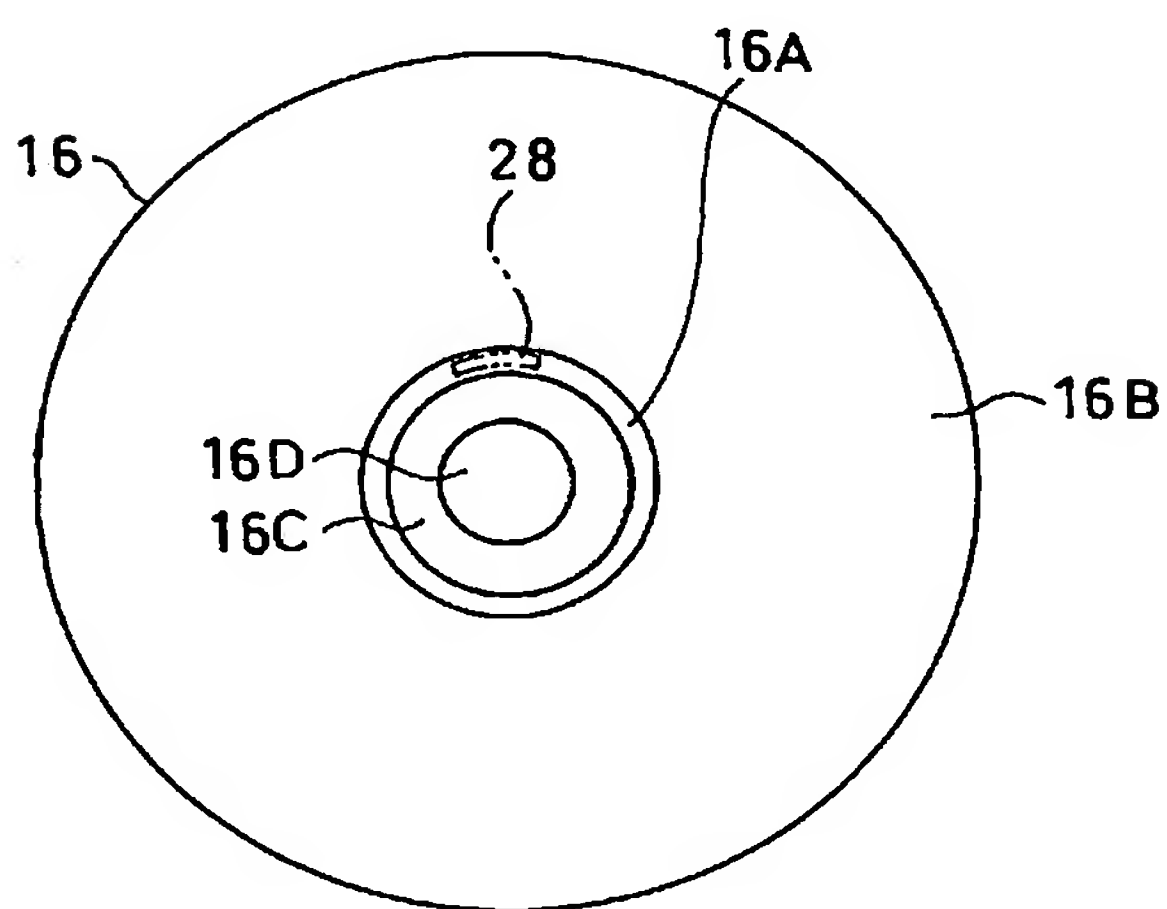
を含むホログラフィック記録再生方法。

- [8] 請求項7において、前記再生用レーザ光の照射時の、前記波長アドレスホログラムから回折された信号光の強度が一定値に達するように、又は、信号光の検出位置が所定位置となるように制御することを特徴とするホログラフィック記録再生方法。
- [9] 情報がホログラムとしてデータエリアに記録されていて、且つ、情報記録時の記録用レーザ光の波長情報が波長アドレスホログラムとして記録されていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。
- [10] 請求項9において、前記波長アドレスホログラムは、前記情報の再生時に、前記データエリアよりも先にアクセスされるリードインエリアに記録されていることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

[図1]



[図2]



[図3]

